

Rec'd PCT/PTO 24 OCT 2005

10/554317

PCT/JP 2004/005103

09.4.2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 5月26日

出願番号  
Application Number: 特願2003-147996  
[ST. 10/C]: [JP 2003-147996]

REC'D 03 JUN 2004

WIPO

PCT

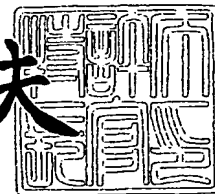
出願人  
Applicant(s): 日産自動車株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3042659

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-00540

【提出日】 平成15年 5月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 飯尾 雅俊

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075513

【弁理士】

【氏名又は名称】 後藤 政喜

【選任した代理人】

【識別番号】 100084537

【弁理士】

【氏名又は名称】 松田 嘉夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706786

【プールの要否】 要

【書類名】 明細書  
【発明の名称】 燃料電池システム  
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池での発電のための水素が流通する燃料電池内の流路と、  
燃料電池に水素を供給する流路と、  
燃料電池から排出された水素を前記供給流路に導くリターン流路と、  
からなる循環流路を備える燃料電池システムにおいて、  
前記循環流路内を流通する水素に蓄積される不純物ガスのガス分圧と、前記燃料電池の温度から演算される水素中の水蒸気分圧とから水素分圧を演算し、この水素分圧に基づき前記循環流路内の不純物ガスをシステム外に放出することを特徴とする燃料電池制御方法。

【請求項 2】

前記水素分圧の低下に伴う燃料電池システムの発電効率の低下によるエネルギー損失を演算すると共に、放出された水素による燃料電池の発電効率の低下分のエネルギー損失を演算し、演算したエネルギー損失の合計値の前回放出終了時からの時間平均値が最小となった時に、前記循環流路内の不純物ガスをシステム外に放出することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池制御方法。

【請求項 3】

前記燃料電池に供給される水素中の不純物ガス濃度を演算し、前記循環流路内の不純物ガス濃度としてこの演算された水素中の不純物ガス濃度を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池制御方法。

【請求項 4】

タンク内に貯蔵された水素を補充した時のタンク内の不純物ガス濃度を記録し、この記録された不純物ガス濃度を用いて、前記循環流路内の不純物ガス濃度を演算することを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池制御方法。

【請求項 5】

燃料電池に供給される水素中の一酸化炭素を酸化するための酸素を前記循環流路に導入し、一酸化炭素を酸化して生成された二酸化炭素量に基づき二酸化炭素

分圧を演算し、演算された二酸化炭素分圧を不純物ガスのガス分圧に加えて前記水素中の総不純物ガス分圧を演算し、総不純物ガス分圧と、前記燃料電池の温度から演算される水蒸気分圧とから水素分圧を演算することを特徴とする請求項1または2に記載の燃料電池制御方法。

【請求項6】

前記循環流路に導入された空気に含まれる窒素を前記循環流路に蓄積される不純物ガスとして前記総不純物ガス分圧に加えることを特徴とする請求項5に記載の燃料電池制御方法。

【請求項7】

前回の不純物ガス放出からの経過時間と前記循環流路内に供給した水素の総量から、前記循環流路内の一酸化炭素濃度を演算し、演算した一酸化炭素濃度値が所定値を越えた場合に、前記循環流路内に酸素を所定量導入することを特徴とする請求項5に記載の燃料電池制御方法。

【請求項8】

前記リターン流路に前記一酸化炭素を酸化するための空気を導入することを特徴とする請求項5に記載の燃料電池制御方法。

【請求項9】

前記循環流路の空気導入位置より下流に、水素中の一酸化炭素を酸化する酸化触媒を備えたことを特徴とする請求項5に記載の燃料電池制御方法。

【請求項10】

前記空気導入時に水素循環率を一時的に低下させることを特徴とする請求項5に記載の燃料電池制御方法。

【請求項11】

燃料電池での発電のための水素が流通する燃料電池内の流路と、  
燃料電池に水素を供給する流路と、  
燃料電池から排出された水素を前記供給流路に導くリターン流路と、  
からなる循環流路を備える燃料電池システムにおいて、  
前記循環流路内を流通する水素に蓄積される不純物ガスのガス分圧と、前記燃料電池の温度から演算される水素中の水蒸気分圧とから水素分圧を演算する手段

と、

この演算された水素分圧に基づき前記循環流路内の不純物ガスをシステム外に放出する放出手段と、

前記リターン流路に空気を導入する空気導入手段と、  
を備えたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 12】

前記循環流路の空気導入位置より下流に、水素中の一酸化炭素を酸化する酸化触媒を備えたことを特徴とする請求項 11 に記載の燃料電池システム。

【請求項 13】

前記燃料電池に供給される水素を前記循環流路内で循環させる循環手段を備え

、  
この循環手段は、空気導入時に水素循環率を一時的に低下させるように運転することを特徴とする請求項 11 に記載の燃料電池システム。

【請求項 14】

前回の不純物ガス放出からの経過時間と前記循環流路内に供給した水素の総量から、前記循環流路内の一酸化炭素濃度を演算する手段を備え、

前記空気導入手段は、演算した一酸化炭素濃度値が所定値を越えた場合に、前記循環流路内に酸素を所定量導入することを特徴とする請求項 11 に記載の燃料電池システム。

【請求項 15】

前記燃料電池に供給される水素中の一酸化炭素濃度を演算する手段を備え、  
演算された一酸化炭素濃度演算値を前記循環流路内の一酸化炭素濃度として用いることを特徴とする請求項 14 に記載の燃料電池システム。

【請求項 16】

タンク内に貯蔵された水素を補充した時のタンク内の不純物ガス濃度を記録し、この記録された不純物ガス濃度を用いて、前記循環流路内の不純物ガス濃度を演算することを特徴とする請求項 15 に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、燃料電池システムの改良に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

従来の改質型燃料電池において、燃料ガス、例えば水素中に混入した不純物の影響を防止する技術としては、水素流路中の不純物を排出（パージ）することによって除去する技術（特許文献1参照）、及び燃料ガス中に微量の酸素を混入させてアノードのCO被毒を防止する技術（特許文献2参照）がある。

**【0003】****【特許文献1】**

特開 2000-243417号公報

**【特許文献2】**

特開 2001-6709号公報

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、前述の特許文献1の技術では、水素流路のパージを行うと、本来発電のために消費されるべき燃料ガスが一緒に放出されてしまい、また、特許文献2の酸素を混入してCO被毒を防止する技術では、混入された酸素によってCOだけでなく水素も一部酸素と反応し、失われてしまう。即ち、上記技術を燃料電池の発電効率向上のために多用すると、逆に発電効率を低下させる原因になる恐れがあるため、パージ、酸素混入は適切なタイミングで行う必要がある。

**【0005】**

したがって、本発明は、パージ時期および酸素供給時期を適切に判断し、燃料電池の発電効率の低下を抑制する燃料電池システムを提供することを目的とする。

**【0006】****【課題を解決するための手段】**

本発明は、燃料電池から排出された水素を循環する循環流路を備える燃料電池システムにおいて、水素中の不純物ガスのガス分圧と、水素中の水蒸気分圧とか

ら水素分圧を演算し、この水素分圧に基づき循環流路内の不純物ガスをシステム外に放出することを特徴とする。

【0007】

また、水素中の不純物ガスのガス分圧と、水素中の水蒸気分圧とから水素分圧を演算する手段と、この演算された水素分圧に基づき循環流路内の不純物ガスをシステム外に放出する放出手段と、リターン流路に空気を導入する空気導入手段とを備える。

【0008】

【発明の効果】

本発明によれば、循環流路内の水素分圧を水蒸気分圧、不純物ガス分圧に基づいて演算し、この水素分圧に応じて不純物ガスをシステム外に放出するため、不純物ガスの放出時期を最適化して無駄な水素放出を防ぐことができる。

【0009】

また、燃料電池から排出された水素を燃料電池に水素を供給する供給流路に導くリターン流路に空気を導入するため、水素と水蒸気と一酸化炭素からなる燃料電池から排出されるガスの流量が小さいため、新たに導入する空気と混合し易く、一酸化炭素の酸化が促進できる。

【0010】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の燃料電池システムの構成を示す構成図である。

【0011】

燃料電池1は、例えばコンプレッサからなる空気供給装置2から供給される空気と、水素を貯蔵した高圧タンク3から供給される水素とを使用して発電を行うもので、燃料電池1に水素を供給するために高圧タンク3と燃料電池1とを接続する供給流路4と、燃料電池1から排出された水素を供給流路4に戻すリターン流路5とを形成する。供給流路4には燃料電池1に供給される水素流量を制御する制御弁6を設置する。さらに、リターン流路5から分岐して燃料電池1から排出された排水素の外部への放出（パージ）を行うパージ流路7と、パージ流路7に設置されてパージを制御するパージ弁8とが設置される。

## 【0012】

燃料電池 1 から排出された水素を供給流路 4 に戻すリターン流路 5 が設置されることで水素が循環するよう構成される。供給流路 4 とリターン流路 5 との分岐にはエジェクタ 9 が設置され、供給流路 4 内を流通する水素内に排水素を混入する。

## 【0013】

燃料電池 1 には燃料電池 1 内の温度を検出するための温度センサ 10 が設置され、このセンサ 10 の出力信号をコントローラ 11 に送信する。コントローラ 11 は、入力された燃料電池 1 の温度に基づいて制御弁 6 やパージ弁 8 を制御する。

## 【0014】

燃料電池 1 から排出される排水素中には、水素のほかに

1. カソードから電解質膜を透過してカソードに流入する窒素等のガス、
2. カソードに供給された水素中に含まれる水素以外の一酸化炭素（以下、CO と示す）等のガス成分

が存在しており、供給される水素中にこれら水素以外のガス（不純物ガス）が混入して水素分圧が低下することで、図 2 に示すように燃料電池 1 の出力電流が低下し、燃料電池 1 の発電効率の低下を招くことになる。

## 【0015】

燃料電池 1 の運転時間が長くなると不純物ガスが増加し、図 3 に示すように水素分圧が徐々に低下し、図 3 で実線で示した水素分圧低下による損失の時間平均値の傾きが徐々に大きくなる。

## 【0016】

一方、流路内の不純物ガスを外部に放出（パージ）するときに不純物ガスと一緒に外部に放出される水素のエネルギーは、ガス放出終了時の水素濃度を同じに制御した場合にはガス放出時からの経過時間に関わらずほぼ一定であり、放出される水素のエネルギーの時間平均値は徐々に小さくなる。

## 【0017】

したがって、水素分圧の低下に伴うエネルギー損失と、外部に放出される水素



が有する放出エネルギー損失との合計の時間平均値は、図3に示すようにある経過時間  $t_p$  から増加傾向に転じる（点Aで示す。）。そこで、合計損失の時間平均値が最小となる経過時間  $t_p$  でパージを実施し、不純物ガスを外部に放出する。

#### 【0018】

次に図4に示すフローチャートを用いてパージ開始判定制御を説明する。この制御はコントローラ11により、一定間隔で実施される。

#### 【0019】

まずステップ1で、パージ指令フラグを判定し、フラグ  $f_p$  が1であればパージ中であるため、後述のステップ12に進み、フラグ  $f_p$  が0であればパージ停止中であり、ステップ2に進む。

#### 【0020】

ステップ2では、前回のパージ終了からの経過時間  $t_n$  を前回のパージ開始判定制御の終了時間  $t_{n-1}$  にこの制御の実施間隔  $\Delta t$  を加算して演算する。

#### 【0021】

続くステップ3では、エジェクタ9から流出し、燃料電池1を通過してエジェクタ9に流入するガス中の窒素分圧を演算する。なお、供給流路4と燃料電池1内の水素が流通する流路およびリターン流路5とを循環流路と以下、称する。

#### 【0022】

時間  $t_{n-1}$  から時間  $t_n$  までの間に燃料電池1のカソードからアノードに透過して流入する透過窒素ガス量は、燃料電池1を構成する電解質膜の運転状態でのガス透過係数を  $K$  とすると、次式で示される。

透過窒素ガス量 =  $K \times$  膜面積  $\div$  膜厚さ

$\times$  (アノードとカソード間の窒素ガス分圧差)  $\times$  時間  $\Delta t$

ここで、膜面圧と膜厚さは固定値であるため、総透過窒素ガス量は

総透過窒素ガス量 =  $\int$  透過窒素ガス量

$\propto \int$  (アノードとカソード間の窒素ガス分圧差)  $\times$  時間  $\Delta t$

により演算することができる。

#### 【0023】

燃料電池 1 の運転圧がほぼ一定とすると、カソードのガス、例えば窒素の分圧は一定であり、アノード側流路内の窒素分圧は徐々に増加することになる。この窒素分圧  $P_{Nn}$  の増加分は、下式で演算することができる。

$$\text{窒素分圧 } P_{Nn} = \text{運転圧力} \times \text{循環流路内の窒素の常圧下での体積} \\ / (\text{循環流路内容積} \times \text{運転圧力} / \text{常圧})$$

なお、循環流路内の窒素の常圧下での体積は、総透過窒素ガス量から演算することができる。

#### 【0024】

ステップ 4 では、温度センサ 10 を用いて燃料電池 1 の運転温度  $T_{CSA1}$  を検出する。続くステップ 5 で、図 5 に示すようなテーブルを用いて、燃料電池 1 の運転温度  $T_{CSA1}$  から循環流路内の水蒸気分圧  $P_{WSn}$  を読み取る。

#### 【0025】

ステップ 6 では、ステップ 3 で演算した窒素ガス分圧  $P_{Nn}$  と、ステップ 5 で演算した水蒸気分圧  $P_{WSn}$  から水素分圧  $P_{H2n}$  を下式より演算する。

$$P_{H2n} = \text{運転圧力} - (P_{Nn} + P_{WSn})$$

ステップ 7 では、水素分圧低下による燃料電池の効率低下分の時間平均値  $E_{DH2n}$  を演算する。時間平均値  $E_{DH2n}$  は、図 6 に示すような水素分圧  $P_{H2n}$  との関係から求めることができる。

#### 【0026】

続くステップ 8 では、パージによる燃料電池 1 の効率低下分の時間平均値  $E_{DPn}$  を図 7 に示すテーブルを用いて経過時間  $t_n$  との関係から求める。ステップ 9 では、燃料電池 1 の総エネルギー損失の時間平均値を  $E_{Dn}$  を時間平均値  $E_{DH2n}$  と  $E_{DPn}$  との和として演算する。

#### 【0027】

ステップ 10 で、燃料電池 1 の総エネルギー損失の時間平均値  $E_{Dn}$  の変化が増加傾向にあるかどうかを判定し、増加傾向にあればステップ 11 に進み、減少傾向または不変であれば制御を終了する。

#### 【0028】

ステップ 11 では時間平均値  $E_{Dn}$  が増加傾向に切り換わったため、パージを

実施するパージ指令フラグ  $f_p$  を立てて ( $f_p = 1$ )、時間  $t_n$  をリセットする。コントローラ 11 はパージ指令フラグ  $f_p = 1$  を受けて、パージ弁 8 を開放してパージを行う。

#### 【0029】

ステップ 1 に戻り、パージ実施中と判定された場合にはこれまで説明したステップは実施されず、ステップ 12 に進み、ステップ 12 でパージ終了後の窒素分圧  $P_{Nn}$  および燃料電池 1 の総エネルギー損失の時間平均値を  $ED_n$  を演算するため、 $P_{Nn}$  を  $\#PN$  に、 $ED_n$  を  $\#EDP$  と  $\#EDH2$  との和に初期化するとともに時間  $t_n$  をリセットする。ここで、 $\#PN$  は 0 ないし 0 に近い値とし、 $\#EDP$  と  $\#EDH2$  は、それぞれ  $t_n = 0$  のときの  $EDP_n$  と  $EDH2_n$  の値である。

#### 【0030】

次に本実施形態の効果を以下に説明する。

1. 循環流路内に水素以外の不純物ガスが混入した場合、水素分圧の低下により燃料電池 1 の出力電圧が低下する。しかし、燃料電池 1 の出力電圧は、燃料電池 1 内の圧力及び運転温度により変化するため、運転条件の変化が頻繁な運転を行う場合には、水素分圧の低下による出力電圧の低下分を分割するのは、困難である。これに対し、窒素透過量と水蒸気分圧から水素分圧を算出し、この水素分圧の低下から生じる損失を、予め試験等で確認した燃料電池の特性から演算することにより、燃料電池 1 の運転条件の変化に関わらず、燃料電池 1 の発電効率の低下を抑制するパージ開始時期を容易に最適化することができる。
2. 水素分圧の低下による損失と系外への水素の放出によるエネルギーの損失の時間平均値が最小となるような時間に、具体的には、燃料電池 1 の総エネルギー損失の時間平均値  $ED_n$  が増加傾向に転じた時間にリターン流路 5 内に体積した不純物ガスを、流路外へ放出（パージ）する。このため、発電効率の高い燃料電池システムの運転が可能となる。
3. 燃料電池 1 に供給される水素量に応じて窒素等不純物ガスの濃度（および分圧）を演算し、循環流路内の不純物ガス濃度（分圧）として用いるため、精度よく水素分圧の低下を演算することができる。

4. 水素を水素流路内に供給した経過時間 ( $t_n - t_{n-1}$ ) とこの時間中に供給された水素量から、不純物 (窒素) ガス量を演算して、不純物ガスによる水素分圧低下分のエネルギー損失を演算するため、不純物ガスの蓄積量を正確に計算でき、エネルギー損失演算の精度が向上し、効率の高い燃料電池システムの運転が可能となる。

#### 【0031】

図8は、第2実施形態の構成を示す構成図である。第1実施形態と同じ構成については、説明を省略し、異なる部分のみ説明する。

#### 【0032】

リターン流路4に接続し、空気供給装置2からの空気の導入する空気流路12を設け、この空気流路12にリターン流路5に導入する空気量を制御する空気供給弁13を設ける。この空気供給弁13はコントローラ11によって制御される。さらにこの空気の供給箇所から下流側のリターン流路5にCOを選択的に酸化する触媒14を設置し、リターン流路5中を流通するガス内のCOを二酸化炭素 (以下、CO<sub>2</sub>と示す。) に酸化する。

#### 【0033】

さらに第1実施形態のエジェクタ9に代えて循環流路内の水素を循環させるためのポンプ15がリターン流路5に設置され、このポンプ15もまたコントローラ11により運転が制御される。

#### 【0034】

COは燃料電池1を構成する触媒を被毒するため、燃料電池1に供給する水素中に許容濃度以上のCOが含まれる場合には、燃料電池1の発電効率が低下する。発電効率の低下を防止するためには水素中のCO濃度を許容濃度以下に抑制する必要がある、そのためリターン流路5に空気を供給して水素中のCOをCO<sub>2</sub>へ酸化させ、CO濃度を低減する。

#### 【0035】

循環流路内を流通するガスは、

1. カソードから電解質膜を透過してアノードに流入する窒素等のガス、
2. アノードに供給される水素に含まれる水素以外のガス成分 (CO)

3. アノードに供給される水素にCOが含まれている場合に、これを除去するためにアノードに供給される空気に含まれる窒素と、COを酸化して生成するCO<sub>2</sub>

2

等がある。

#### 【0036】

そこで、循環流路内の水素分圧 $P_{H2n}$ の演算に、導入した空気に含まれる窒素とCOを酸化して生成するCO<sub>2</sub>の量も加味して演算する。

#### 【0037】

以下、図9から図11のフローチャートを用いて本実施形態の制御内容を説明する。この制御はコントローラ11により、一定間隔で実施される。

#### 【0038】

図9に示すフローチャートは、パージ開始時期を判定するフローチャートである。

#### 【0039】

まずステップ21からステップ23は、図4のフローチャートのステップ1からステップ3と同じ制御を実施するため、説明は省略する。

#### 【0040】

ステップ24において、循環流路中のCOを酸化したために発生し、循環流路内に存在しているCO<sub>2</sub>の分圧 $P_{CO2n}$ を演算する。後述する図11のステップ53により演算された循環流路内のCO量を用いて、窒素分圧を循環流路内の窒素ガス量から演算する第一実施形態の方法（ステップ3）と同様にしてCO<sub>2</sub>分圧 $P_{CO2n}$ を演算する。

#### 【0041】

ステップ25とステップ26は、図4のフローチャートのステップ4とステップ5の制御内容と同様である。

#### 【0042】

ステップ27において、水素分圧 $P_{H2n}$ は、 $P_{H2n} = \text{運転圧力} - (P_{Nn} + P_{WSn} + P_{CO2n})$ で得られる。ここで第一実施形態と異なり、窒素分圧 $P_{Nn}$ と水蒸気分圧 $P_{WS}$

$n$ に $\text{CO}_2$ 分圧 $\text{PCO}_{2n}$ も考慮して演算する。なお、循環流路内には $\text{CO}$ も含まれているが、触媒14の作用により $\text{CO}$ は所定濃度以下に抑えられているので、窒素、水蒸気、 $\text{CO}_2$ に比べると微量のため、水素分圧 $\text{PH}_{2n}$ を演算する際には無視する。

#### 【0043】

ステップ28からステップ32は図4のフローチャートのステップ7からステップ11までの制御内容と同じである。

#### 【0044】

一方、ステップ21でフラグ $f_p = 1$ と判定された場合はステップ33の制御を行う。ステップ33は図4のフローチャートのステップ12と同様の制御を行うが、ステップ12の制御に加え、後述する図10、図11で演算される循環流路内の $\text{CO}$ 量 $\text{MCO}_n$ と $\text{CO}_2$ 分圧 $\text{PCO}_{2n}$ をそれぞれ $\# \text{MCO}$ 、 $\# \text{PCO}_2$ にリセットすると共に、 $\text{CO}$ 除去指令フラグ $f_{dco}$ を0とする。 $\# \text{MCO}$ 、 $\# \text{PCO}_2$ は、例えば0または0近傍の正の値に設定する。

#### 【0045】

第2実施形態では図9に示したパージ開始判定フローチャートとともに、循環流路内の $\text{CO}$ を所定濃度以下に低減するために循環流路内に空気を導入する制御を行う。この空気導入制御の詳細を図10、図11を用いて説明する。

#### 【0046】

図10に示すフローチャートは、循環流路内の $\text{CO}$ を空気導入によって除去するか否かを循環流路内の $\text{CO}$ 濃度に基づいて判定するフローチャートである。

#### 【0047】

ステップ41において、図9で設定したパージ指令フラグ $f_p$ が $f_p = 1$ か否かを判定する。 $f_p = 1$ の場合はパージ実施中で循環流路内の $\text{CO}$ は外部へ放出されるため、循環流路内に空気を導入する必要がなく、制御を終了する。 $f_p = 0$ の場合はステップ42に進み、 $\text{CO}$ 除去の可否判定を行う。

#### 【0048】

ステップ42では、循環流路内の $\text{CO}$ 濃度 $\text{DCO}_n$ を演算する。具体的には、まず図12のテーブルを参照し、燃料電池1の負荷に基づいて高圧水素タンク3

から循環流路への新たに供給される水素供給量 $\Delta MH2$ を求める。高圧水素タンク3内の水素中に含まれている不純物成分としてのCOは、一定量含まれているため、水素供給量 $\Delta MH2$ が分かれば循環流路内に新たに導入されたCO量 $MCOn$ が下式から演算できる。

$$MCOn = MCOn_{-1} + A \times \Delta MH2$$

ここで、 $MCOn_{-1}$ は前回フローチャート実行時の $MCOn$ の前回値、 $A$ は新規導入された水素中のCO濃度で、本実施形態では定数とする。次に演算された $MCOn$ に基づき、CO濃度 $DCOn$ を演算する。本実施形態では、水素流路内には、COのほか水素、窒素、水蒸気、 $CO2$ が主に含まれているため、CO濃度 $DCOn$ はCO量 $MCOn$ を循環流路内の物質の総量で除して演算する。循環流路内の水素量は図9で求められた水素分圧から求められ、水蒸気量も同様に水蒸気分圧 $PWSn$ から求められる。窒素量、 $CO2$ 量 $MCO2n$ はそれぞれ図9のステップ3、図11のステップ53で演算された値を用いる。

#### 【0049】

ステップ43ではCO濃度 $DCOn$ が閾値 $\#SHDCO$ を超えたか否かを判定する。この閾値は燃料電池1がCO被毒により性能低下する濃度よりも十分低い値に設定されている。 $DCOn$ が閾値を超えている場合はCO除去指令フラグ $f d c o$ に1をセットし（ステップ45）、超えていない場合は0をセットして（ステップ44）制御を終了する。

#### 【0050】

図11は図10で設定されたCO除去指令フラグ $f d c o$ の結果に基づき、循環流路内への空気導入によるCO除去を制御するフローチャートである。

#### 【0051】

まずステップ51では、CO除去指令フラグ $f d c o$ の値を判定する。 $f d c o = 1$ の場合はCO除去を行うため、ステップ52へ進む。一方、 $f d c o = 0$ の場合は循環流路内への空気導入は行わないため、ステップ56で空気供給弁13を閉じてポンプ15を回転数減少補正を行わない通常運転とし、ステップ57で循環流路内の $CO2$ 量を前回フローチャート実行時と同じ値としてフローチャートを終了する。

## 【0052】

ステップ52で空気供給弁13を開く。空気供給弁13は本実施形態では全開と全閉の二段階としたが、開度を可変制御してもよい。さらにポンプ15の回転数を減少補正し、水素循環率（速度）を一時的に低下させ、燃料電池1から排出されるガス中のCO量を増加させる。

## 【0053】

続くステップ53では循環流路内に空気を導入したため、COの酸化によりCO<sub>2</sub>が生成されるので、循環流路内のCO<sub>2</sub>量 $MC O_2 n$ を $MC O_2 n = MC O_2 n_{-1} + \delta MC O_2$

として演算する。CO<sub>2</sub>の増量分 $\delta MC O_2$ は、空気供給弁13の開度が一定のため、一定の値に設定している。空気供給弁13の開度を可変とした場合は、予め作成されたマップ、テーブル等を参照することにより、空気供給弁13開度からCO<sub>2</sub>増量分を求めても良い。

## 【0054】

ステップ54では、図10のステップ42で演算されたCO量 $MC O n$ にCO除去分の補正を減じて新たに $MC O n$ を得る。

$$MC O n = MC O n - \delta MC O$$

空気供給弁13の開度が可変制御されているときには、弁開度に応じてCO減少量を変化させる。

## 【0055】

ステップ55では、図9で演算された循環流路内の窒素分圧 $P N n$ を補正する。これは、CO除去処理のため導入された空気により循環流路内の窒素が増加しているためである。具体的には、空気供給弁13を開くことにより導入された空気量から循環流路内に導入された窒素量が演算できるので、これを図9で得られている循環流路内の窒素量に加え、この合計の窒素量から図9のステップ3と同様の手法で窒素分圧 $P N n$ を再計算し、制御を終了する。

## 【0056】

次に第2実施形態の効果を説明する。

1. 燃料電池1のアノード出口と上流側供給流路とを接続するリターン流路5に



空気を導入するため、燃料電池入口に比べ、総ガス流量が小さく局部的にCO濃度が高いため、導入する空気とCOとが混合し易く、COの酸化を促進できる。

2. 触媒14によりリターン流路5内のCOを酸化できるため、供給水素と混合する前のCO濃度の高い状態で酸化反応を行える。効率よく酸化反応を促進し、水素循環系に導入する空気を少なくすることができ、水素分圧が低下するのを抑えることができる。

3. 触媒14は、図13に示すように、空間速度SVが小さいほど転換率を高くすることができ、同じ転換率を得るための触媒体積が小さくて済む。このため、COを酸化するための触媒14は、燃料電池下流のリターン流路5に設置することで、触媒14を小型にすることができる。

4. また、図11のステップ52において、空気導入をする際にポンプ15の回転数を減少させることにより水素循環率を一時的に低下させ、燃料電池1出口のCO濃度を一時的に高める。これにより、燃料電池出口のガス流量を小さくするため、供給された空気と水素中のCOの混合を促進し、COの酸化に必要な空気流量を少なくし、循環流路内の空気導入に伴う水素濃度低下を抑えられるため、水素分圧低下に伴う損失を小さくできる。

5. 一酸化炭素を酸化して生成する二酸化炭素を、循環流路に蓄積される不純物ガスとして演算に加えるため、水素分圧の低下をより正確に演算することができるため、より効率の高い燃料電池システムの運転が可能となる。

6. 一酸化炭素を酸化するために導入する空気に含まれる窒素を、循環流路に蓄積される不純物ガスとして演算に加えるため、水素分圧の低下をより正確に演算することができ、より効率の高い燃料電池システムの運転が可能となる。

7. 供給された総水素量から、循環流路内に供給された一酸化炭素濃度を演算し、演算したCO濃度が閾値を越えている時に空気を循環流路に所定量導入するため、一酸化炭素濃度の演算が容易にできるため、正確に空気の導入時期を決定することができる。

#### 【0057】

図14に、第3実施形態の構成を示す。この実施形態は、第2実施形態の構成に対して、水素高圧タンク3にIC等の記録装置16に備えた点異なる。記録

装置 16 には水素高圧タンク 3 に蓄積する水素中の CO 濃度をデータとして記録しておく。記録装置 16 内のデータは、水素補給時に給水素施設（水素高圧タンク 3）との通信により得ることができる。

#### 【0058】

なお、記録装置 16 は CO 濃度のデータだけでなく、水素高圧タンク 3 内に他の不活性ガス等からなる不純物が含まれている場合には、これら不純物の濃度データも記録することができる。

#### 【0059】

燃料電池システムにこの水素高圧タンク 3 を接続後に、この記録装置 16 のガス濃度データを燃料電池システムのコントローラ 11 に送り、循環流路内の CO 等の濃度演算に用いる。即ち図 10 のステップ 42 において一酸化炭素量  $MCOn$  演算の際の係数 A のデータとして用いる。

#### 【0060】

この実施形態の効果を説明すると、タンク毎に濃度の異なる CO 濃度等の不純物ガス濃度を、車両への燃料充填前に外部の精度の高い計測装置で計測した値を予め記録装置 16 に記録して用いることができるため、車両にガス濃度センサを用いることなく、正確な循環流路中のガス濃度を演算できる。

#### 【0061】

本発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内でさまざまな変更がなしうことは明白である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明を適用する燃料電池システムの構成を示す構成図である。

##### 【図 2】

不純物ガスによる出力低下を説明する図である。

##### 【図 3】

燃料電池の運転時間とエネルギー損失の関係を示す図である。

##### 【図 4】

パーシ開始判定制御を説明するフローチャートである。

## 【図 5】

燃料電池温度と水蒸気分圧の関係を示すテーブルである。

## 【図 6】

水素分圧と時間平均値との関係を示すテーブルである。

## 【図 7】

経過時間と燃料電池の効率低下分の時間平均値との関係を示すテーブルである。

## 【図 8】

第 2 の実施形態の燃料電池システムの構成を示す構成図である。

## 【図 9】

パージ開始判定制御を説明するフローチャートである。

## 【図 10】

CO 除去判定制御を説明するフローチャートである。

## 【図 11】

空気導入による CO 除去制御を説明するフローチャートである。

## 【図 12】

燃料電池負荷と水素供給量との関係を示すテーブルである。

## 【図 13】


空間速度と転換率の関係を示すテーブルである。

## 【図 14】

第 3 の実施形態の燃料電池システムの構成を示す構成図である。

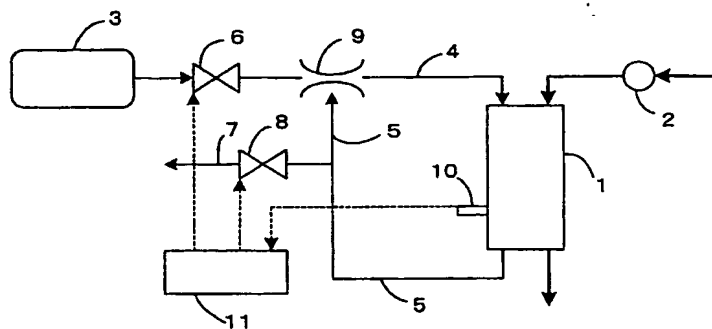
## 【符号の説明】

- 1 燃料電池
- 2 空気供給装置
- 3 高圧タンク
- 4 供給流路
- 5 リターン流路
- 6 制御弁
- 7 パージ流路

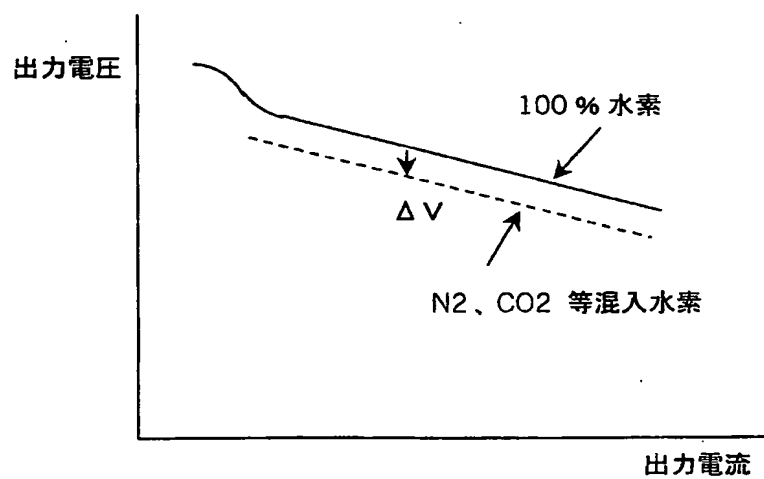
- 
- 8 パージ弁
  - 9 エジェクタ
  - 10 温度センサ
  - 11 コントローラ
  - 12 空気流路
  - 13 空気供給弁
  - 14 触媒
  - 15 ポンプ
  - 16 記憶装置

【書類名】 図面

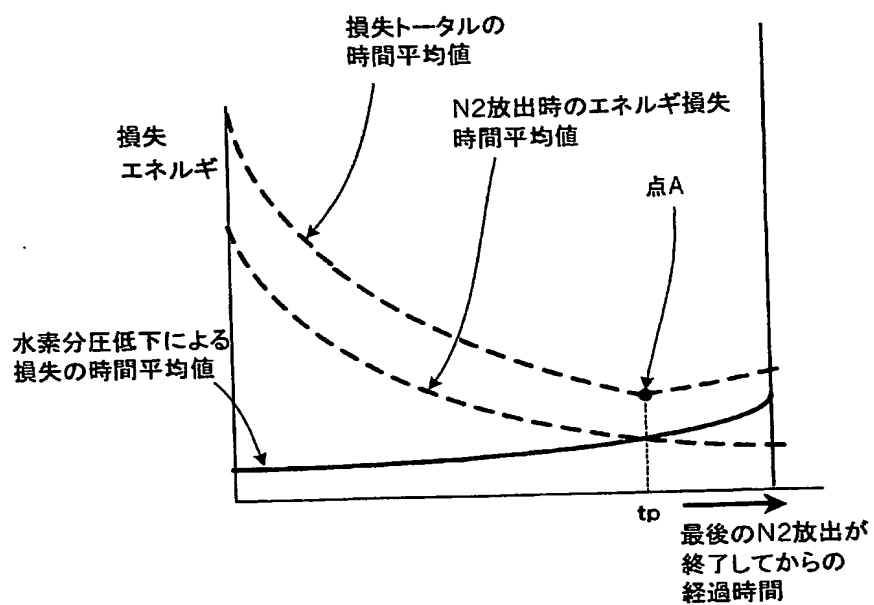
【図 1】



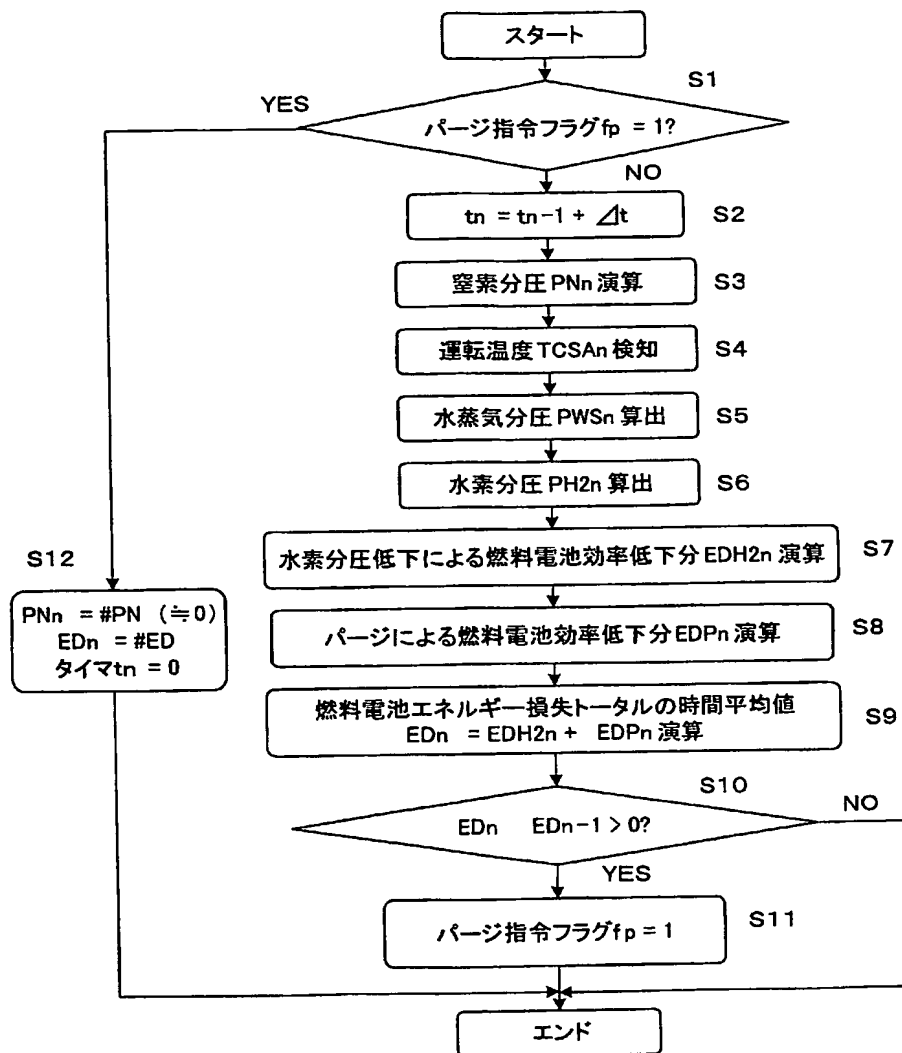
【図 2】



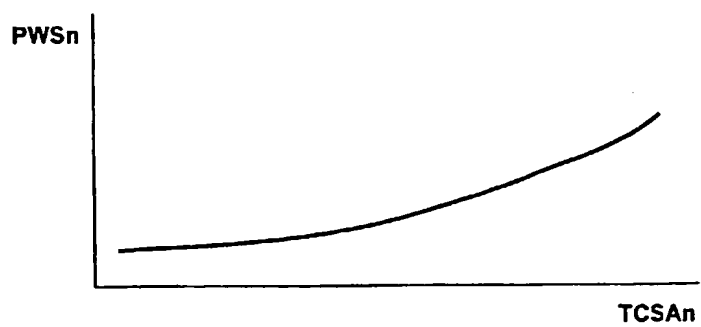
【図3】



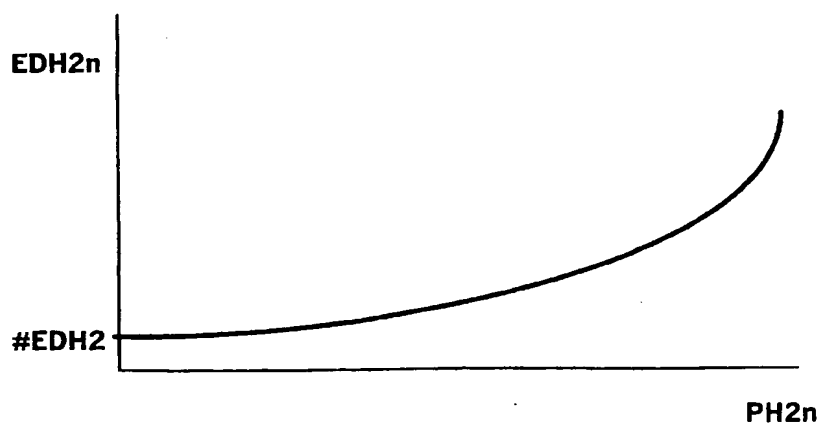
【図 4】



【図 5】

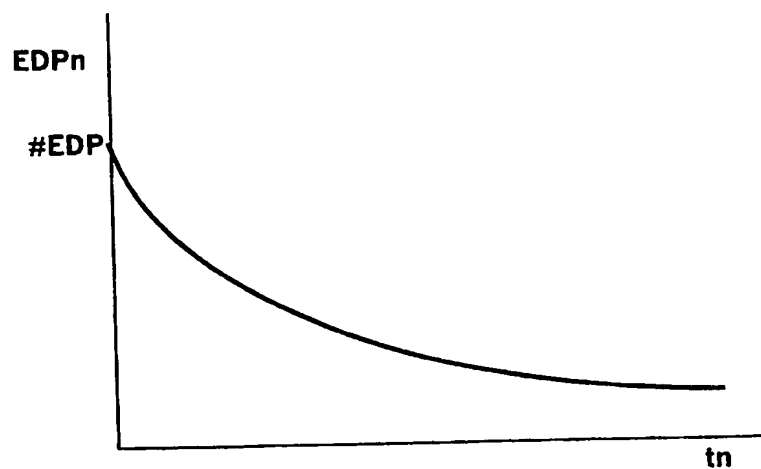


【図 6】

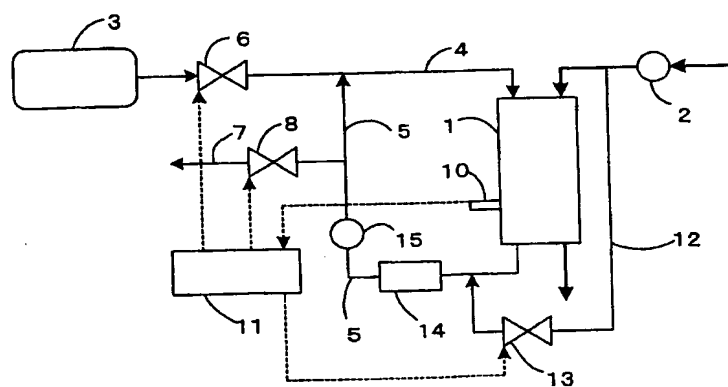




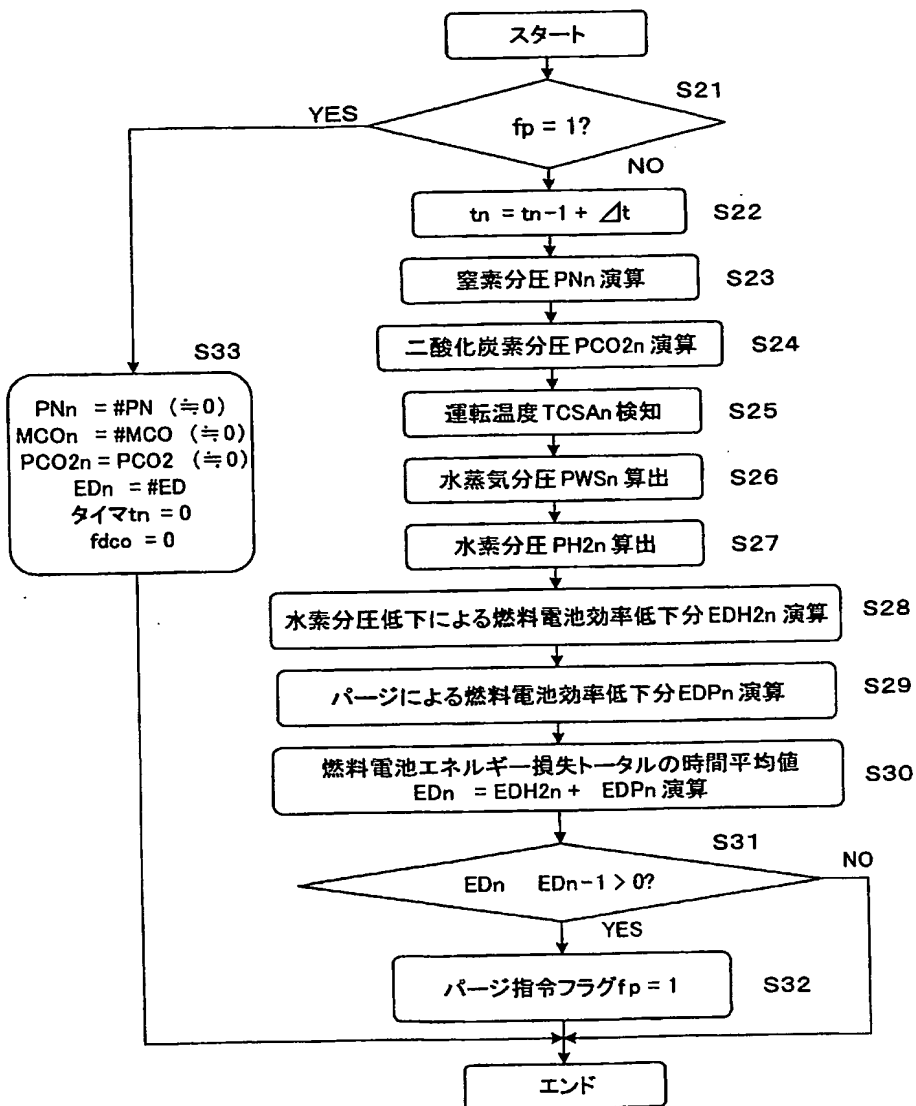
【図7】



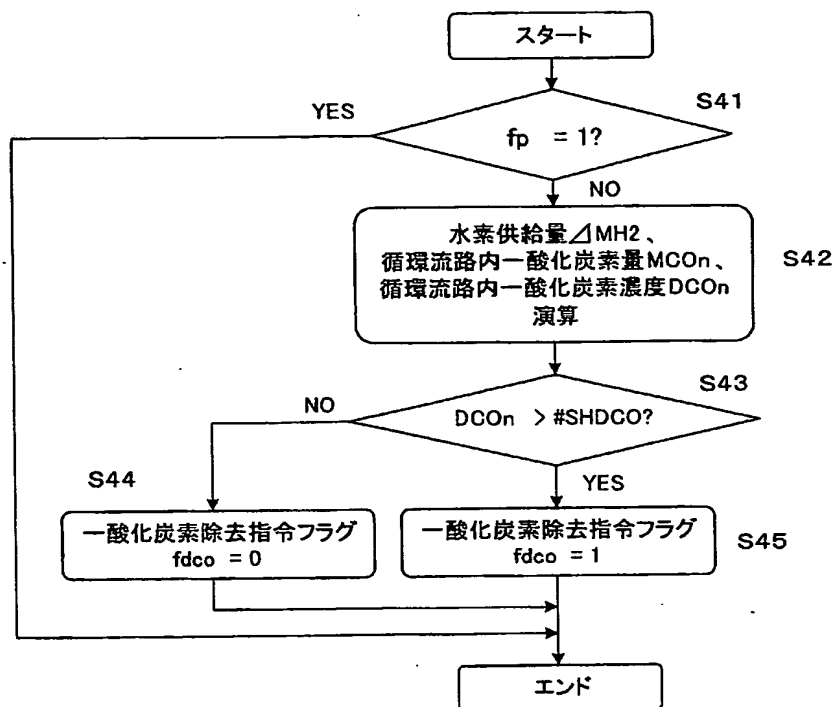
【圖 8】



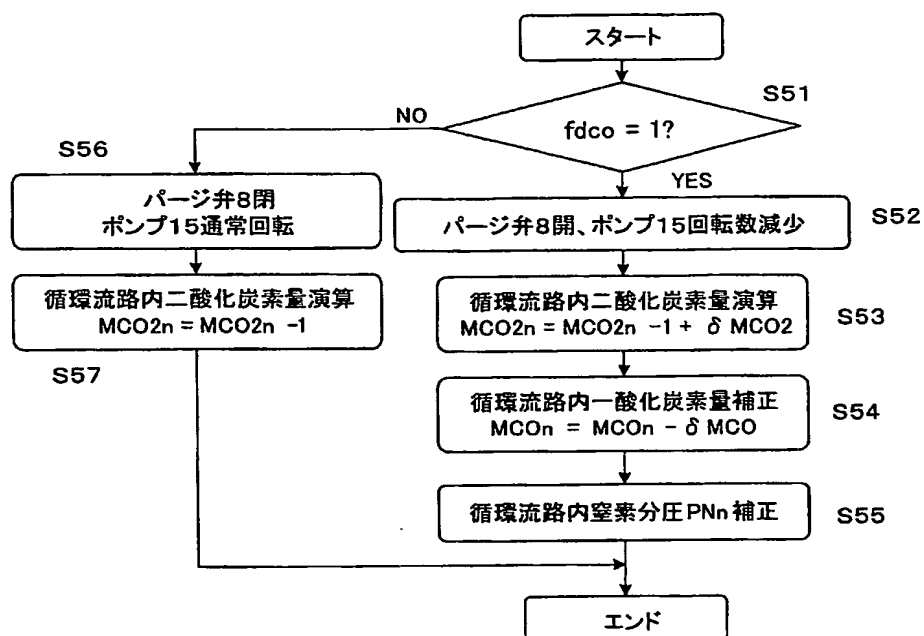
【図 9】



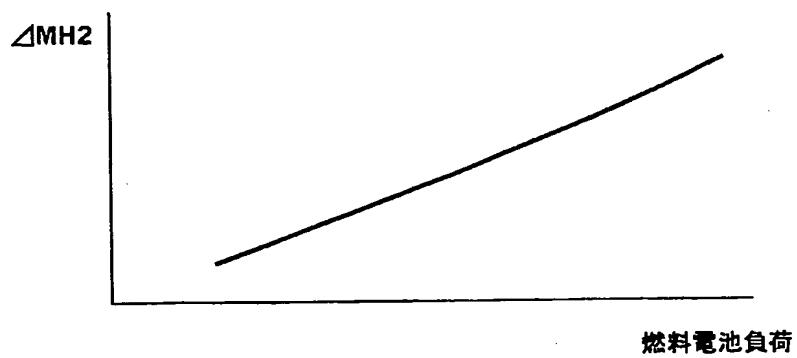
【図 10】



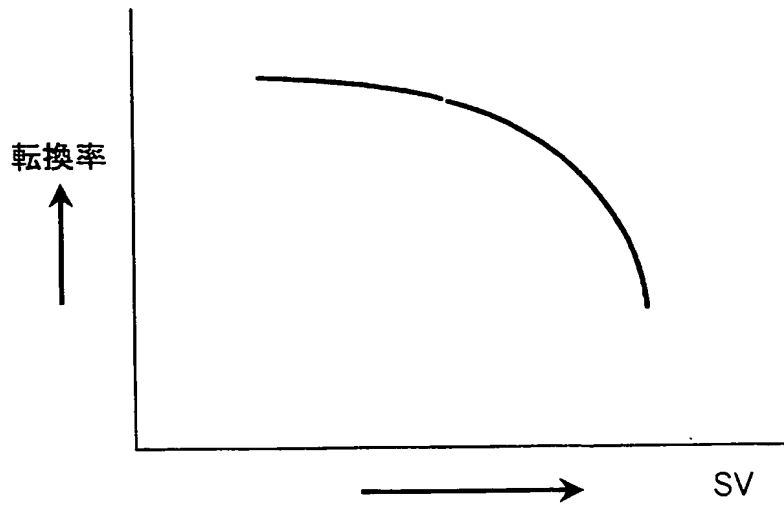
【図 11】



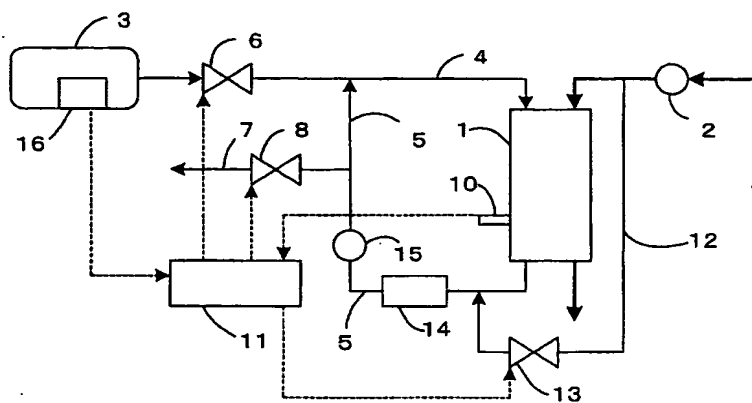
【図12】



【図13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パージ時期および酸素供給時期を適切に判断し、燃料電池の発電効率の低下を抑制する燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池 1 での発電のための水素が流通する燃料電池内の流路と、燃料電池に水素を供給する流路 4 と、燃料電池から排出された水素を前記供給流路に導くリターン流路 5 とからなる循環流路を備える燃料電池システムにおいて、前記循環流路内を流通する水素に蓄積される不純物ガスのガス分圧と、前記燃料電池の温度から演算される水素中の水蒸気分圧とから水素分圧を演算し、この水素分圧に基づき前記循環流路内の不純物ガスをシステム外に放出する。

【選択図】 図 1



特願 2003-147996

出願人履歴情報

識別番号

[000003997]

1. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

1990年 8月31日  
新規登録  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地  
日産自動車株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**